

核技术利用建设项目

常州船用电缆有限责任公司
新增 2 台工业电子加速器项目
环境影响报告表

常州船用电缆有限责任公司

2019 年 10 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

常州船用电缆有限责任公司

新增 2 台工业电子加速器项目

环境影响报告表

建设单位名称：常州船用电缆有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：常州市天宁区北塘河东路 8 号

邮政编码：213017

联系人：杨皓旻

电子邮箱：yhm@cmcw.com.cn

联系电话：15961483530

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增 2 台工业电子加速器项目			
建设单位		常州船用电缆有限责任公司			
法人代表	王伟峰	联系人	杨皓旻	联系电话	15961483530
注册地址		常州市天宁区北塘河东路 8 号			
项目建设地点		常州市天宁区北塘河东路 8 号厂区内			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		1600	项目环保投资（万元）	400	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		销售	/		
		使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
1. 项目概述 常州船用电缆有限责任公司前身为常州船用电缆厂，创建于 1958 年，是一家集科研、生产、销售于一体的江苏省高新技术企业。2010 年 2 月成为中利科技集团股份有限公司（股票代码：002309）全资子公司。目前公司注册资本 3.51 亿元，占地面积 217 亩，建筑面积 98000m²。产品以“海豹”“ZLCL”及“CMZL”为注册商标，线缆年产量达 150,000km，年生产能力 15 亿元，主要产品为 35kV 及以下船用电缆、舰船用电缆、海工电缆、矿用电缆、橡胶套电缆、新能源电缆及其它特种电缆。 为提高线缆的产品质量，增加产品的附加值，公司拟新增 2 台工业电子直线加速器，包括 1 台 DD3.0-30 和 1 台 DD2.0-50 两种型号的加速器，对线缆产品的辐照交联改性。本项目使用情况见表 1-1。					

表 1-1 常州船用电缆有限责任公司核技术利用情况一览表（本项目）

序号	射线装置名称	数量	最高能量	最大束流/最大功率	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
1	DD3.0-30	1 台	3.0MeV	30mA/90kW	II 类	9#车间	使用
2	DD2.0-50	1 台	2.0MeV	50mA/100kW	II 类	9#车间	使用

受建设单位委托，本次评价针对常州船用电缆有限责任公司新增 2 台工业加速器用于辐照加工项目进行环境影响评价。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，苏州热工研究院有限公司承担了上述项目的环境影响评价工作。通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察和监测（委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心）等工作的基础上，编制了本项目环境影响报告表。

2. 项目周围环境

常州船用电缆有限责任公司位于常州市天宁区北塘河东路 8 号，项目地理位置见附图 1。公司南侧为北塘河路，西侧隔道路为北塘河，东侧为塘港西路，北侧为新规划的道路。

本项目拟建的 3.0MeV 和 2.0MeV 两座加速器机房南北共墙相邻（北侧为 2.0MeV 加速器机房，南侧为 3.0MeV 加速器机房），位于厂区西北角拟建的 9#车间，两座加速器机房周围 50m 范围西北方向至厂界外的规划道路，以及规划道路北侧距 2.0MeV 加速器机房边界约 45m 的在建其他公司楼房（公司名称为江苏煤炭地质勘探三队），其余范围均在常州船用电缆有限责任公司厂区内。本项目周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要是加速器辐射工作人员、厂区内其他工作人员。厂区平面布置图见附图 2。公司周围环境情况见附图 3。

3、原有核技术利用项目许可情况

公司为首次开展核技术利用项目，无原有项目情况。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大操 作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与 地点
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	工业电子加速器	II	1	DD3.0-30	电子	3.0MeV	30mA	工业辐照	9#车间	使用
2	工业电子加速器	II	1	DD2.0-50	电子	2.0MeV	50mA	工业辐照	9#车间	使用

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度(Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	通过机械通风系统排入大气环境	臭氧 50 分钟后自动分解

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订), 2015 年 1 月 1 日; 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修订本), 2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施; 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日起实施; 4) 《建设项目环境保护管理条例》, 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起实施; 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修改), 国务院令 709 号, 2019 年 3 月 2 日起实施; 6) 《江苏省辐射污染防治条例》(修正), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告修正, 2018 年 3 月 28 日通过, 自 2018 年 5 月 1 日起施行; 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起实施; 8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2019 年修订), 生态环境部令第 7 号, 自 2019 年 8 月 22 日起施行; 9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2018 年修改版), 生态环境部令第 1 号, 自 2018 年 4 月 28 日起实行; 10) 关于发布《射线装置分类》办法的公告, 国家环保部、国家卫生和计划生育委员会, 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日; 11) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》, 环发(2006) 145 号, 2006 年 9 月 26 日。
技术标准	1. 技术导则和规范 (1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016); (2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016); (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001); (4) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T4583-1993)。

其他	与本项目有关的文件 附件一：环评委托书； 附件二：9#车间环评备案表复印件； 附件三：射线装置使用承诺书； 附件四：电离辐射环境现状检测报告； 附件五：辐射安全管理机构及辐射安全管理制度； 附件六：辐射工作安全责任书。
----	--

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（H J/T 10.1-2016）的要求，本项目评价范围为 2 座加速器机房屏蔽体外 50m 的范围。

保护目标

本项目位于公司厂区内拟建的 9#车间地块，加速器机房周围 50m 范围内没有居民点、学校等环境敏感目标。

本项目对环境的影响主要是加速器开机时对周围环境产生的辐射影响，辐射工作人员和厂区内其他工作人员均是需要关注的对象。环境保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 本项目周围主要环境保护目标分布一览表

名称	方位		主要保护目标及距离
3.0MeV 加速器 机房	一层辐照厅 北侧	相邻 2.0MeV 机房辐照厅	辐射工作人员（5.8m）
	一层辐照厅 西侧	厂区内通道	厂区内其他工作人员（公众）（6.7m）
	一层辐照厅 南侧	厂区内通道	厂区内其他工作人员（公众）（7.9m）
	一层辐照厅 东侧	收放线位	辐射工作人员（16.3m）
		控制室	辐射工作人员（7.9m）
	二层加速器 厅周围	辅助设备区及检修区	辐射工作人员（3.1~7.4m）
2.0MeV 加速器 机房	一层辐照厅 北侧	厂区内通道	厂区内其他工作人员（公众）（5.45m）
	一层辐照厅 西侧	排风烟囱通道	辐射工作人员（5.5m）
	一层辐照厅 南侧	相邻 3.0MeV 机房辐照厅	辐射工作人员（5.45m）
	一层辐照厅 东侧	收放线位	辐射工作人员（14.4m）
		控制室	辐射工作人员（6.3m）
	二层加速器 厅周围	辅助设备区	辐射工作人员（3.2~4.5m）

备注：1、上述距离的起点为加速器设备中心位置。

2、2.0MeV 加速器机房北侧约 45m 为正在建设的江苏煤炭地质勘探三队楼房。

评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

	剂量限值
职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值: ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可做任何追溯平均), 20mSv; ② 任何一年中有效剂量, 50mSv。
公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值: ① 年有效剂量, 1mSv; 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv, 则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。

(2) 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)

2.8 从事加速器工作的全体放射性工作人员, 年人均剂量当量应低于 5mSv (0.5rem)。

2.10 加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等, 对关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv (10mrem)。

3.2 辐射屏蔽

3.2.1 加速器的屏蔽体厚度必须根据加速粒子的种类、能量和束流强度以及靶材料等综合考虑; 按其可能的最大辐射输出进行设计。

3.2.2 加速器的屏蔽体厚度还应根据相邻区域的类型及其人口数确定, 使其群体的集体剂量当量保持在可以合理做到的尽可能低的水平。并必须保证个人所接受的剂量当量不得超过相应的剂量当量限值。

3.3 辐射安全系统

3.3.1 决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。

3.3.2 加速器厅、靶厅的门均需安装联锁装置, 只有门关闭后才能产生辐射。

3.3.3 在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点, 应安装紧急停机或紧急断束开关, 并且这种开关应当有醒目的标志。

3.3.4 在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或旋转式红

色警告灯及音响警告装置；在通往辐射区的走廊，出入口和控制台上须安装工作状态指示灯。

3.3.5 在高辐射区和辐射区，应该安装遥控辐射监测系统。该系统的数字显示装置应安装在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时，该系统的音响和（或）灯光警告装置应当发出警告信号。

3.3.6 每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置，如个人剂量计，可携式监测仪、气体监测仪等。

3.3.7 辐射安全系统的部件质量要好，安装必须坚实可靠。系统的组件应耐辐射损伤。

3.4 通风系统

3.4.1 为排放有毒气体（如臭氧）和气载放射性物质，加速器设施内必须设有通风装置。

3.4.2 通风系统的排风速率应根据可能产生的有害气体的数量和工作需要而定。通风系统的进气口应避免受到排出气体的污染。

3.4.3 通风管道通过屏蔽体时，必须采取措施，保证不得明显地减弱屏蔽体的屏蔽效果。

(3) 《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)

3.2 电子束辐照装置

按人员可接近辐照装置的情况分为：

I 类配有联锁装置的整体屏蔽装置，运行期间人员实际上不可能接近这种装置的辐射源部件（见附录 A 图 A.5）。

II 类安装在屏蔽室（辐照室）内的辐照装置，运行期间借助于入口控制系统防止人员进入辐照室（见附录 A 图 A.6）。

（注：本项目使用的电子加速器属 I 类电子束辐照装置）

5.1.4 II、IV 类 γ 射线辐照装置和 II 类电子束辐照装置辐照室外的辐射水平检测

5.1.4.1 空气比释动能率的测量位置如下：

距辐照室各屏蔽墙和出入口外 30cm 处。

5.1.4.2 运行中的定期测量应选定固定的检测点，它们必须包括：贮源水

井表面、辐照室各入口、出口，穿过辐照室的通风、管线外口，各屏蔽墙和屏蔽顶外，操作室及与辐照室直接相邻的各房间等。

5.1.4.3 测量结果应符合 GB17279 第 5 条（即“对监督区，在距屏蔽体的可达界面 30cm，由穿透辐射所产生的平均剂量率应不大于 $2.5 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ ”）。

（4）《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T 25306-2010）

8.1.3 辐射防护安全要求

辐射防护安全要求如下：

a) 辐射屏蔽材料采用混凝土时，其强度等级应高于 C20，密度不应低于 2.35g/cm^3 ；

b) 屏蔽结构及预埋件应满足设备供应商提供的土建工艺指导数据；

c) 监督区的辐射剂量水平应符合 GB/18871-2002 和 GB/5172-1985 中的职业照射剂量限值要求；在工程设计时辐射防护设计的剂量规定为：职业照射个人年有效剂量限值为 5 mSv；公众成员个人年有效剂量限值为 0.1mSv；

d) 控制区必须设有功能齐全、性能可靠的安全联锁系统和监控、紧急停机开关等设置；

e) 控制区和监督区及其入口处应设置显示电子加速器装置运行状态的灯光信号和其他警示标志。

f) 剂量监测设备、个人剂量计等应配置齐备；

g) 其他物理因素安全要求应满足 GBZ 2.2-2007 规定的标准要求（见附录 C）；按照 GBZ 2.1-2007 规定，有害气体的职业接触限值，臭氧最高容许浓度： 0.3mg/m^3 。”

（5）《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）

4.2.1 辐射防护原则

（3）个人剂量约束

辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB18871 的要求。

在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：

a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；

b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。

4.2.2 辐射屏蔽设计依据

电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

6.1 联锁要求

在电子加速器辐照装置的设计中必须设置功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区的出入口门、加速器的开停机和束下装置等进行有效联锁和监控。

安全联锁引发加速器停机时必须自动切断高压。

安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全联锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。

6.2 安全设施

(1) 钥匙控制。加速器的主控钥匙开关必须和主机室门和辐照室门联锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器应自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用；

(2) 门机联锁。辐照室和主机室的门必须与束流控制和加速器高压联锁。辐照室门或主机室门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器应自动停机；

(3) 束下装置联锁。电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机；

(4) 信号警示装置。在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁；

(5) 巡检按钮。主机室和辐照室内应设置“巡检按钮”，并与控制台联锁。加速器开机前，操作人员进入主机室和辐照室按序按动“巡检按钮”，巡查有无人员误留；

(6) 防人误入装置。在主机室和辐照室的人员出入口通道内设置三道防人误入的安全联锁装置（一般可采用光电装置），并与加速器的开、停机联锁；

(7) 急停装置。在控制台上和主机室、辐照室内设置紧急停机装置（一般

为拉线开关或按钮），使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室及其迷道内的急停装置应采用拉线开关并覆盖全部区域。主机室和辐照室内还应设置开门机构，以便人员离开控制区；

（8）剂量联锁。在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪，与辐照室和主机室的出入口门等联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐照室门无法打开；

（9）通风联锁。主机室、辐照室通风系统与控制系统联锁，加速器停机后，只有达到预先设定的时间后才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值；

（10）烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置，遇有火险时，加速器应立即停机并停止通风。

（6）辐射剂量管理限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）以及《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T 25306-2010），确定本项目的管理目标为：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

（7）《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，《辐射防护》1993 年 3 月第 13 卷第 2 期。

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果*（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
范围	62.6~ 101.9	77.2~ 152.4
均值	79.5	115.1
标准差 S	7.0	16.3
均值±3S	79.5±21.0 (58.5~100.5)	115.1±48.9 (66.2~164)

*：结果含宇宙射线电离成分所致（空气吸收）剂量率。

本报告取江苏省天然贯穿辐射水平调查结果中的“均值±3 倍标准差”为其评价参考范围，即室外贯穿辐射水平参考范围取（79.5±21.0）nGy/h，室内贯穿辐射水平参考范围取（115.1±48.9）nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目场所现场环境

项目所在地目前为厂区预留空地，项目所在地四周情况见图 8-1。



图 8-1 拟建加速器机房北侧厂界外道路



图 8-2 拟建加速器机房西侧厂区内



图 8-3 拟建加速器机房南侧厂区内



图 8-4 拟建加速器机房东侧厂区内

2 辐射环境现状监测

本项目使用工业电子加速器对电线电缆进行辐照，根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目机房周围环境的贯穿辐射水平。2019 年 6 月 12 日公司委托苏州热工研究院有限公司环境检测中心对公司拟开展加速器辐照机房所在区域进行环境辐射现状检测，检测报告详见附件四。

2.1 环境监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子：空气中 X- γ 剂量率。

2.2 监测方案

检测采用 FH40G+（672E-10）型 X- γ 辐射剂量率仪，仪器在有效检定日期内（2019 年 1 月 2 日~2020 年 1 月 1 日）。检测点位布设见图 8-5 中所示。

按照《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T4583-1993）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面 1m，

每组读 10 个数据，读数间隔 10s。在拟建加速器机房所在区域进行布点，共计布点 9 个。

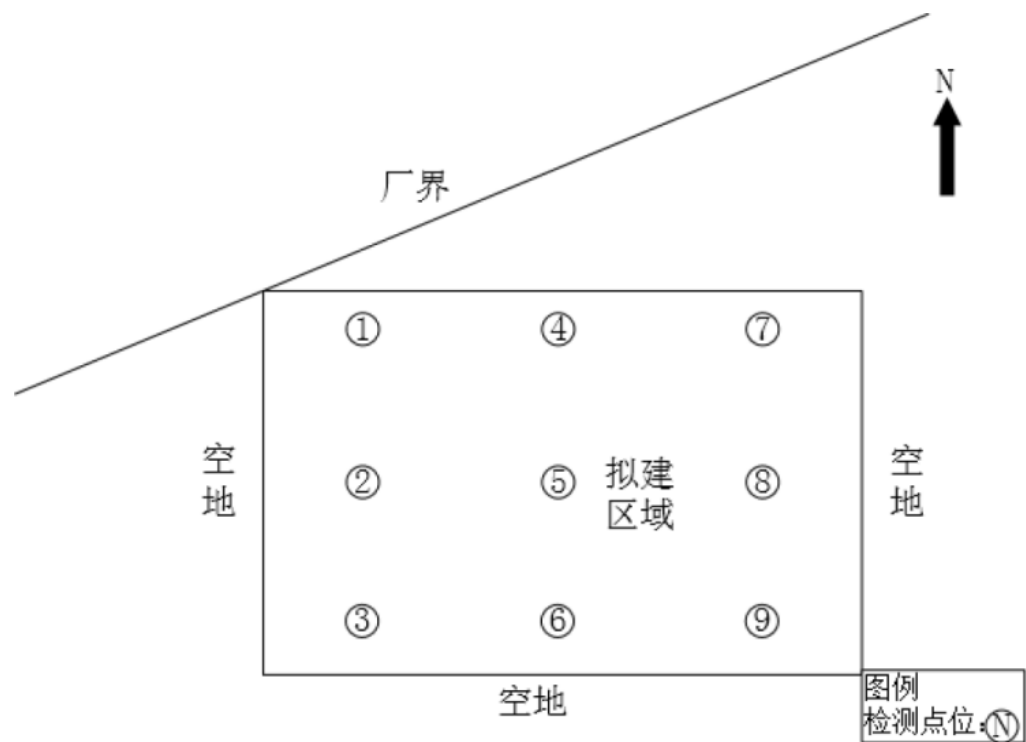


图8-5 拟建加速器机房环境辐射现状检测点位示意图

2.3 质量保证措施

- ①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力；
- ②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；
- ③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；
- ④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；
- ⑤检测报告实行三级审核。

2.4 环境现状监测结果及评价

拟建加速器机房环境辐射现状监测结果见表 8-1，详细监测报告见附件四。

表 8-1 辐射工作场所境辐射现状检测结果（未扣字响）

检测点序号	辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测对象
1~9	0.101~0.109	拟建加速器机房所在区域

检测结果表明：常州船用电缆有限责任公司拟建 2 台工业电子加速器机房所

在区域环境 X- γ 辐射剂量率在（0.101~0.109） $\mu\text{Sv/h}$ 范围，项目所在区域的辐射剂量量率基本处于江苏省放射性环境本底水平调查结果统计涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 项目概况

公司因产能扩大需要，拟在厂区西北侧建设 2 座加速器机房，分别配备 1 台 DD3.0-30 型工业电子加速器和 1 台 DD2.0-50 型工业电子加速器，用于线缆等高分子材料的辐照加工。DD3.0-30 型加速器最大电子能量为 3.0MeV，最大束流强度为 30mA，最大束流功率为 90kW，束流最大扫描宽度为 1200mm。DD2.0-50 型加速器最大电子能量为 2.0MeV，最大束流强度为 50mA，最大束流功率为 100kW，束流最大扫描宽度为 1600mm。

DD 型加速器的主要组成部分包括：高压系统、高频振荡器、加速管、电子枪、引出扫描系统、真空系统、SF₆ 气体处理系统、水冷系统、辐射防护监测系统和控制系统等。其中 DD 型工业电子加速器装置主体结构示意图 9-1。

根据公司提供的资料，每台加速器满负荷运行后预计开机时间每天 12 小时，每周工作 5 天，按 50 周/年计，则每台加速器的年工作时间约为 3000 小时，每台加速器的辐射工作人员（配备 3 人/台）每天单班运行，则每台加速器的辐射工作人员工作时间为 3000 小时/年。

2. 工作原理

本项目使用的 DD 型高频高压电子加速器，由三大部分组成：加速器主机、高频振荡器、加速器控制台。其工作原理为：首先，将低压工频电能，用高频振荡器变成 100kHz 左右的高频电能，输送给高压发生器；再将此升压的高频电压加在空间耦合容器上，通过该耦合电容分别加到主体上的各个整流盒上，此时每一个耦合环上得到几十千伏的直流高压，由于各级串联，电压叠加，从而在高端获得很高的电压。加速器电子枪中的灯丝产生的电子云，引入到加了高压的加速管，最终形成高能电子束，电子束从加速器出口输出，进入扫描空间，利用磁场将成束的电子扫开成一定的宽度，从金属膜构成的输出窗引出，对运动的被照物体进行辐照。

本项目被辐照的产品为线缆等高分子绝缘材料，利用电子束辐照高分子材料发生辐射交联反应而改变性质，如电线电缆被辐照后，其绝缘性、耐高温性、抗张强度等均提高，进而提高其整体技术指标。

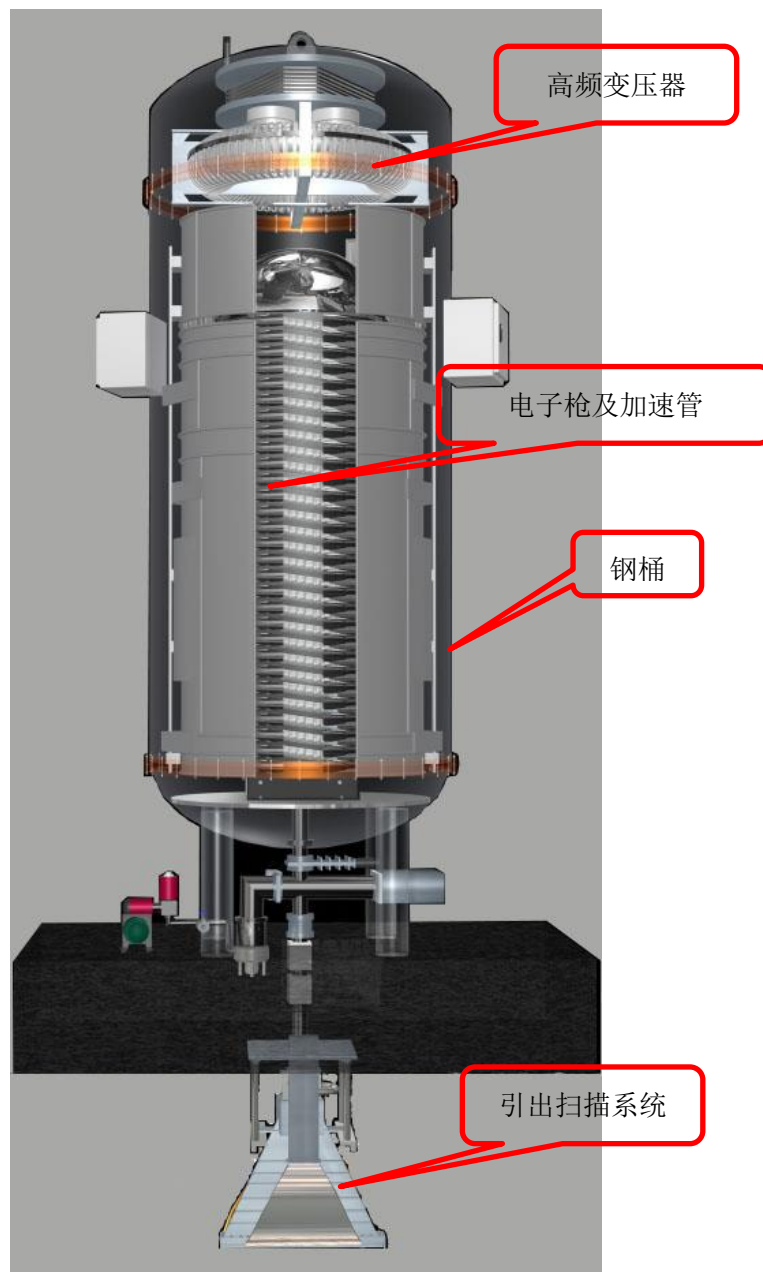


图 9-1 DD 型工业电子加速器装置主体结构示意图

4. 加速器的工作流程及产污环节

整个工艺过程如下：

加速器辐照的产品为电线电缆，需要辐照的电线电缆通过其收放架系统进入加速器辐照厅机房进行辐照。加速器机房的电线电缆通道内置于辐照厅墙体中，电线电缆斜穿过辐照厅东墙及迷道内墙进入辐照厅。

整个辐照工艺流程流水线自动操作，工作人员在加速器控制室内操作加速器，另有工作人员在辐照厅外收放线处对产品进行收集。

整个工艺过程的产物环节见图 9-2 所示。

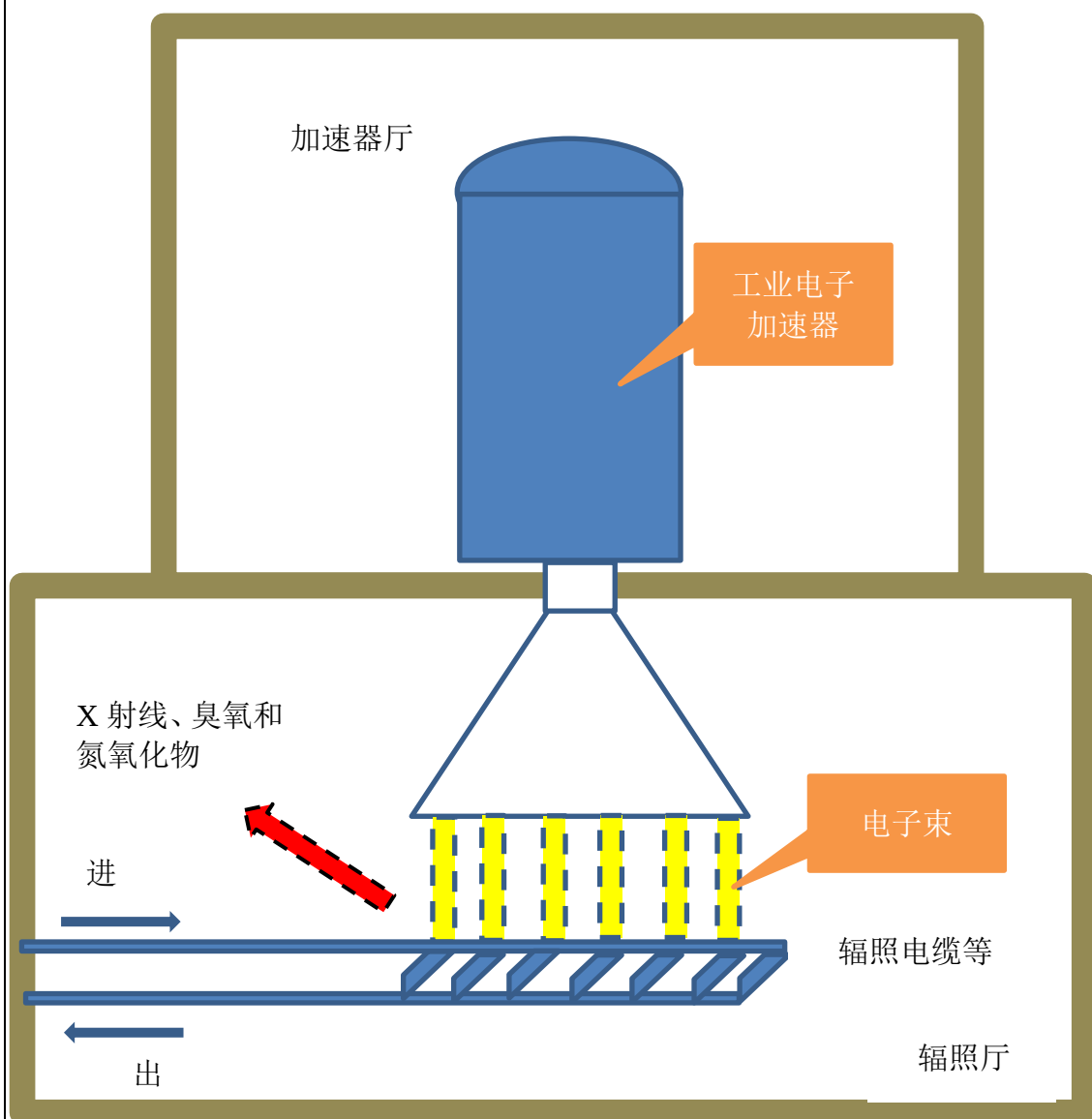


图 9-2 加速器辐照加工工艺流程和产污环节示意图

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

加速器在进行辐照时电子枪发射电子，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束。其中辐照厅内电子束打到机头及其他高靶物质时会产生韧致 X 射线，X 射线的贯穿能力较强，会对辐照厅周围环境造成辐射影响，这部分 X 射线是本项目的主要 X 射线来源。此外，电子在加速过程中，部分电子会丢失，它们打在加速管壁上，产生少量 X 射线。

由于加速器在运行时产生的高能电子束，其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在加速器开机辐照期间，X 射线为项目主要的环境影响因子。

本项目设备的技术参数列表详见表 9-1。

表 9-1 本项目加速器技术参数一览表

型号	加速粒子	加速粒子最大能量/电流	粒子方向	主要辐射影响	工作人员工作时间
DD3.0-30 型	电子	3.0MeV/ 30mA	竖直 向下	韧致辐射 (X 射线)	3000h/a
DD2.0-50 型	电子	2.0MeV/ 50mA	竖直 向下	韧致辐射 (X 射线)	3000h/a

2. 非辐射污染源分析

本项目运行过程中没有放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。但空气在强 X 射线电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。加速器机房在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧 50 分钟后自动分解为氧气，废气排放不改变当地环境空气功能区类型。这里主要考虑辐照厅内产生的臭氧对停机后进入人员的影响，需保证其有害气体职业接触限值满足 GB/T 25306-2010 的要求。

本项目加速器运行期间，噪声源主要来自冷却水循环水泵、高频机、风机。公司在对上述设备采取安装减震及实体隔离等措施后，其对外界的噪声影响较小，不会对周围环境产生明显影响，因此噪声不作为本项目的主要污染评价因子。

本项目加速器冷却采用循环冷却水系统，不外排。

表 10 辐射安全与防护

项目采取的辐射安全措施

1. 辐射工作场所布局及分区管理

本项目两座加速器机房均设计为地上二层混凝土结构，辐照厅位于一层，厅内布置加速器辐照窗，出束方向向下；加速器厅位于二层，布置加速器的钢桶，加速器厅外布置如冷却水循环系统、电源变频器和气体系统辅助设施。

辐照厅建有“□”型迷道，加速器厅建有直迷道，且入口并设有防护门。控制室位于加速器机房东墙外，工业电子加速器工作时，设备操作人员位于一层的控制室内设置机器参数并监控加速器运行情况，电线电缆收放人员位于辐照厅东墙外的电线电缆收放区，与辐照厅东墙的距离约 7m 左右。加速器出束时，辐照厅及加速器厅内均无人员停留，本项目加速器机房布局合理可行。

公司拟对加速器辐射工作场所进行分区管理，分区布局见附图 5-1 和附图 5-2 所示。具体如下：

控制区：辐照厅和加速器厅。将辐照厅和加速器厅的屏蔽墙和防护门等建筑边境作为控制区边界，在迷道门外设置有电离辐射警告标志及中文警示说明等，加速器工作期间禁止入内；

监督区：将控制室、加速器机房周围辅助设施（有水循环系统、电源变频器等系统）、收放线区域、2.0MeV 辐照厅西侧墙外排烟通道作为辐射防护监督区，控制室门口设置电离辐射警示标志，监督区边界地面明显处贴黄色警示线及监督区标识，加速器开机工作期间任何无关人员不得进入。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

2. 辐射安全场所屏蔽设计方案

本项目加速器机房辐射防护屏蔽设计见表 10-1。

表 10-1 本项目两座加速器机房屏蔽设计表

加速器	区域	位置	墙外情况	屏蔽材料及厚度
DD3.0 型 加速器	一层辐 照厅	北侧墙	相邻 2.0MeV 机 房辐照厅	180cm 混凝土
		西侧墙	厂区通道	180cm 混凝土
		南侧迷道内墙	迷道	100cm 混凝土
		南侧迷道外墙	厂区通道	120 cm 混凝土
		东侧墙	控制室	180cm 混凝土

DD2.0 型 加速器		东侧墙+东侧进出线迷道墙	9#车间内	170+60=230cm 混凝土
		顶部	加速器厅	110cm 混凝土
		防护门	9#车间内	40mm 钢板
	二层加速器厅	北侧迷道内墙+外墙	相邻 2.0MeV 机房加速器厅	30+70=100cm 混凝土
		东侧墙	加速器厅外辅助设施	70cm 混凝土
		南侧墙	加速器厅外检修区	70cm 混凝土
		西侧墙	加速器厅外辅助设施	70cm 混凝土
		顶部	非特殊情况人员不允许到达	50cm 混凝土
		防护门	加速器厅外平台	24mm 钢板
		北侧迷道内墙	迷道	90cm 混凝土
	一层辐照厅	北侧迷道外墙	厂区通道	100 cm 混凝土
		西侧墙	排烟通道	150cm 混凝土
		南侧墙	相邻 3.0MeV 机房辐照厅	180cm 混凝土
		东侧墙	控制室	150cm 混凝土
		东侧墙+东侧进出线迷道墙	9#车间内	140+60=200cm 混凝土
		顶部	加速器厅	90cm 混凝土
		防护门	9#车间内	40mm 钢板
	二层加速器厅	北侧迷道内墙+外墙	厂区通道上方	30+60=90cm 混凝土
		东侧墙	加速器厅外辅助设施	60cm 混凝土
		南侧墙	相邻 3.0MeV 机房加速器厅	60cm 混凝土
		西侧墙	加速器厅外辅助设施	60cm 混凝土
		顶部	非特殊情况人员不允许到达	50cm 混凝土
		防护门	加速器厅外平台	24mm 钢板

注：混凝土的密度为 2.35g/cm^3 。

3. 辐射安全设施描述及评价

为保障工业电子加速器安全运行，避免在加速器辐照期间人员误留或误入机房内而发生误照射事故，本项目加速器机房设置了相应的辐射安全装置和保护措施，

主要有：

①辐照厅和加速器厅防护门上方及辐照厅和加速器厅迷道内均设置灯光和音响警示信号，用于开机前对人员的警示。信号与加速器高压联锁，绿灯表示可以进入，黄灯表示停机待进入或准备开机，红灯表示装置正在运行，以提醒周围工作人员勿靠近。在加速器开启出束前，黄灯亮起并伴随警报声（预备信号）提醒控制区内的人员撤离，预备信号持续足够长的时间，以确保控制区内人员安全离开。

② 控制室主控台上配备有钥匙开关，钥匙开关控制加速器系统的运行，钥匙开关为未闭合状态时加速器无法开机，从控制台上取出该钥匙，加速器自动停机。该钥匙同时作为进入加速器厅及辐照厅的打开防护门的控制钥匙，将钥匙插入后，按下按钮方可从外面打开防护门。该钥匙与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用。

③辐照厅及加速器厅防护门设置了门机联锁装置，在防护门打开的情况下，加速器不能启动工作；在加速器高压启动后，打开防护门，加速器自动断电停机。

④在辐照厅迷道和加速器厅迷道两端设置三道光电开关系统。光电开关是在迷道入口通道两侧安装光电发射和接收装置，如有人或物对光线发生遮挡，加速器将断高压停止运行。

⑤在控制室主控台、辐照厅内（包括辐照厅四周墙壁及迷道内墙）、加速器厅内（包括入口、四周）均设有紧急停机按钮，若辐照厅或加速器厅有人滞留，可按下紧急停机按钮，加速器高压立即切断。辐照厅及其迷道内加装拉线开关，并覆盖全部区域。

⑥加速器辐照厅内的急停开关兼做巡检开关。加速器开机前，工作人员按既定线路依次将加速器大厅内的急停开关按下、拔起，完成巡检程序后，控制台才能操作加速器接通高压出束。同时，辐照厅和加速器厅迷道口的急停开关兼具开门开关功能，紧急情况下按下该开关后加速器停机，防护门可从内部打开。

⑦电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制关联，束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机。

⑧在辐照厅迷道、加速器厅迷道安装辐射监测和剂量联锁系统，该系统的数字显示装置安装在机房屏蔽外墙上，实时显示室内剂量率情况，以警示加速器是否在正常运行，当辐射超过预定水平时，无法从外部打开加速器厅和辐照厅的防护门。

⑨加速器厅、辐照厅的通风系统与加速器控制系统联锁，加速器停机后需要继续通风达到预先设定的时间后防护门才能从外部打开，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值。

⑩辐照室均设置烟雾报警，遇到火险时，加速器应立即停机并停止通风。

⑪在辐照厅入口、加速器厅入口、控制室入口等明显位置设置有醒目的电离辐射警示标志。

⑫在辐照厅内迷道内口安装有视频监控系统，视频监控探头通过辐照厅内的不锈钢镜面反射可观察辐照区的机器运行及其他情况。

上述辐射安全装置和保护设施拟安装位置见附图 6-1 和附图 6-2 所示，项目设计符合《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）和《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）以及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中有关安全联锁、工作指示灯、警示标志、急停开关等安全设施的要求，项目设计安全可行。

三废的治理：

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

工业电子加速器在工作状态时，产生的电子束流会使机房内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。氮氧化物的产额大约是臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性高，因此本节主要考虑辐照厅臭氧的产生和排放影响。

本项目两个加速器机房均设置机械通风系统，通风方式设计相同。辐照厅吸风口位于辐照厅钛窗的正下方地面，采用地下式排风管道，通过地下风管（埋深 60cm）延伸至西侧屏蔽墙外地下后，再垂直地面分别并外接机房外的排风烟囱，地下通风管路为“”形状，在不破坏屏蔽墙体的情况下，利用风机将厅内臭氧和氮氧化物抽至排风管内，最终排入大气中，排放口离地高度约 24m，高于 9 号车间顶部。加速器厅近地面均设置有通风口，与辐照厅相通。辐照厅的通风路径及排放口见附图 5-3。

3.0MeV 加速器辐照厅安装的风机最大风量约 $13000\text{m}^3/\text{h}$ ，辐照厅体积为 290.7m^3 ，则每小时换气次数约 45 次，2.0MeV 加速器辐照厅安装的风机最大风量约 $9200\text{m}^3/\text{h}$ ，辐照厅体积为 153.7m^3 ，则每小时换气次数约 60 次，室内臭氧通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基、打桩、砌墙等各种施工作业将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：1、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；2、车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；3、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。 2) 噪声：整个建筑施工阶段，如打桩机、混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。为此施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。 3) 固体废物：在项目施工期间，将产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作,防止建筑垃圾在运输途中的散落。 4) 废水：项目施工期间，将有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。 建设单位在施工阶段采取上述污染防治措施，可将施工期的影响控制在厂区内局部区域，对周围环境不会产生较大的影响。
运行阶段对环境的影响 1. 运行期环境辐射水平估算 （1）环境影响评价思路 加速器中电子被高压激发后产生高能电子，高能电子经扫描窗过滤后产生电子束，照射到辐照厅内待照射电线电缆或地面混凝土上后产生韧致 X 辐射。 偏离束流主方向的电子束照射到加速器筒体后产生韧致 X 辐射，这部分射线成为加速器厅的屏蔽对象。 本报告加速器以最大能量出束为计算条件，计算屏蔽墙与防护门外辐射工作人员或其他工作人员，以及周围公众的年受照剂量是否满足辐射防护的要求。 （2）评价模式

根据加速器屏蔽设计参数来计算屏蔽体外的剂量率和人员年受照剂量，透射的剂量计算公式参照 NCRP-51 号报告和 NCRP-151 号报告：

$$H_M = (1 \times 10^6) (B_x D_{10} / d^2) \quad (a)$$

其中： H_M ：计算点剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B_x ：射线在屏蔽墙中的透射比，计算公式见 (b)；

D_{10} ：距离 X 射线源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率， Gy/h ，计算公式见 (c)；

d ：射线源到计算点的距离，m。

透射系数 B_x 根据屏蔽设计厚度 S 和屏蔽材料的 1/10 值层厚度 (第一 1/10 层厚度 T_1 和平衡 1/10 层厚度 T_e) 计算得到，取值见 (3) 中计算条件分析，公式如下：

$$B = 10^{-n} \quad n = (S - T_1 + T_e) / T_e \quad (b)$$

距离 X 射线源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率通过 X 射线发生率计算得到，计算参数的取值见 (3) 中计算条件分析，公式如下：

$$D_{10} = 60 Q I f_e \quad (c)$$

其中： Q ：X 射线发生率，X 射线发射率， $\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1} \text{mA}^{-1}$ ；

I ：电子束流强度，mA；

f_e ：X 射线发射率修正系数。

迷道出口处 (无防护门情况下) 的空气吸收剂量率 H ，参照 NCRP51 号报告中推荐的散射公式：

$$H = D_{10} \alpha_1 A_1 \cdot (\alpha_2 A_2)^{j-1} / (d_1 d_{r1} d_{r2} \dots d_{rj})^2 \quad (d)$$

其中： D_{10} ：同上；

α_1 ：入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数， α_1 取 5×10^{-3} ；

α_2 ：从以后的物质散射出来的 0.5MeV 的 X 射线的散射系数， α_2 取 2×10^{-2} ；

A_1 ：X 射线入射到第一散射物质的散射面积， m^2 ；

A_2 ：迷道的截面积， m^2 ；

d_1 ：X 射线源与第一散射物质的距离，m；

$d_{r1}, d_{r2} \dots d_{rj}$ ：沿着迷道长轴的中心线距离，m；

j ：指第 j 个散射过程。

对于屋顶，可通过下式计算天空散射在加速器机房周围形成的剂量率。

$$H=2.5 \times 10^{-2} (B_{XS} D_{10} \cdot \Omega^{1.3}) / (d_i d_s)^2 \quad (e)$$

其中：H：天空散射在机房外引起的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B_{XS} ：X 射线屋顶的屏蔽透射比；

Ω ：射线源与屋顶之间包含的立体角， Sr ；

d_i ：屋顶上方 2m 处离靶的垂直距离，m；

d_s ：射线源与计算点之间的距离，m。

射线源与屋顶之间包含的立体角 Ω 可由下式进行计算：

$$\Omega=4\arctan (a b/c d) \quad (f)$$

式中

a：机房屋顶长度的一半，m；

b：机房屋顶宽度的一半，m；

c：射线源到屋顶表面中心的距离，m；

d：射线源到屋顶边缘的距离，m。

(3) 计算条件

a) 3.0MeV 加速器

对于 3.0MeV 加速器机房，加速器在最大电子射线束 3.0MeV 的能量下产生的韧致辐射，查《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)附录 A 表 A.1 中相应能量下电子束 X 射线发射率， 90° 方向（朝向四周屏蔽墙和防护门）为 $3.2\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min} \cdot \text{mA}$ ，X 射线在辐照厅内低靶材料（金属部件）上 X 射线发射率修正系数为 0.5，最大电流 30mA，每班工作人员工作时年 3000 小时开机时间。入射电子能量 3.0MeV 时，在辐照室 90° 方向电子的相应等效能量为 1.9MeV，其在混凝土中的第一个十分之一值层和平衡十分之一值层保守取 2.0MeV 能量下的值，即 T_1 为 22.1cm， T_e 为 20.1cm。

根据设备厂家设计资料，3.0MeV 加速器机房二楼加速器厅机房内偏离束流主方向的电子束能量约在 0.30MeV，束流强度小于 $300\mu\text{A}$ 。参考附录 A 表 A.1，0.30MeV 能量下 X 射线发射率保守取 0.5MeV 能量下 0° 方向的值，为 $0.008\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min} \cdot \text{mA}$ ，修正系数取 0.7。参考附录 A 表 A.2，对于加速器厅当入射电子能量为 0.5MeV 时，在混凝土中的 T_1 和 T_e 分别为 15.2cm 和 11.9cm。

b) 2.0MeV 加速器

对于 2.0MeV 加速器机房，加速器在最大电子射线束 2.0MeV 的能量下产生的韧致辐射，查《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 A 表 A.1 中相应能量下电子束 X 射线发射率，90° 方向（朝向四周屏蔽墙和防护门）约为 $1.6\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min} \cdot \text{mA}$ ，X 射线在辐照厅内低靶材料（金属部件）上 X 射线发射率修正系数为 0.5，最大电流 50mA，每班工作人员工作时年 3000 小时开机时间。入射电子能量 2.0MeV 时，在辐照室 90° 方向电子的相应等效能量为 1.3MeV，其在混凝土中的第一个十分之一值层和平衡十分之一值层保守取 1.5MeV 能量下的值，即 T_1 为 20.4cm， T_e 为 18.3cm。

根据设备厂家设计资料，2.0MeV 加速器机房二楼加速器厅机房内偏离束流主方向的电子束能量约在 0.20MeV，束流强度小于 $500\mu\text{A}$ 。参考附录 A 表 A.1，0.20MeV 能量下 X 射线发射率保守取 0.5MeV 能量下 0° 方向的值，为 $0.008\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min} \cdot \text{mA}$ ，修正系数取 0.7。参考附录 A 表 A.2，对于加速器厅当入射电子能量为 0.5MeV 时，在混凝土中的 T_1 和 T_e 分别为 15.2cm 和 11.9cm。

3.0MeV 加速器辐照厅和加速器厅预测点位见图 11-1 和图 11-2，2.0MeV 加速器辐照厅和加速器厅预测点位见图 11-3 和图 11-4。

根据加速器的迷道设计，辐照厅在辐照窗正下方产生的韧致辐射经过 4 次散射后可到达防护门，2 楼加速器厅的辐射经过 1 次散射可到达防护门，散射示意图见图 11-1~图 11-4，迷道散射的散射面积、散射距离等计算参数见表 11-1 所示。

表 11-1 迷道散射计算参数一览表

3.0MeV 辐照厅	A_1		A_2		A_3		A_4
	23.06m^2		3.33m^2		3.33m^2		8.88m^2
	d_1	d_{r1}		d_{r2}	d_{r3}		d_{r4}
	4.45m	6.25m		11.95m	4.05m		1.80m
3.0MeV 加速器厅	A_1		A_2		d_1		d_{r1}
	7.43m^2		2.57m^2		4.45m		7.00m
2.0MeV 辐照厅	A_1		A_2		A_3		A_4
	23.49m^2		3.24m^2		3.24m^2		8.64m^2
	d_1	d_{r1}		d_{r2}	d_{r3}		d_{r4}

	3.55m	4.00m	9.15m	2.00m	1.80m
2.0MeV 加速器厅	A ₁	A ₂	d ₁	d _{r1}	
	6.13m ²	2.84m ²	4.40m	7.10m	

表 11-2 3.0MeV 加速器屏蔽计算参数表

加速器	区域	位置	屏蔽 (cm 混凝土)	受影响的人员	居留因子 T	d (m)
3.0MeV 加速器	一层 辐照厅	① 北侧墙外 30cm	180	职业	1/16	6.1
		② 西侧墙外 30cm	180	公众	1/16	7.0
		③ 南侧墙外 30cm	100+120	公众	1/16	8.2
		④ 东侧墙外 30cm ^{**}	180+63	职业	1/16	9.8
		⑤ 防护门外 30cm [*]	40mm 钢	职业	1/4	-
		⑥ 东侧墙外控制室 ^{**}	190	职业	1	7.9
		⑦ 东侧收放线位置	170+60	职业	1	16.3
	二层 加速器厅	⑧ 北侧墙外 30cm	30+70	职业	1/16	5.9
		⑨ 西侧墙外 30cm	70	职业	1/16	3.9
		⑩ 南侧墙外 30cm	70	职业	1/16	3.4
		⑪ 东侧墙外 30cm	70	职业	1/16	5.4
		⑫ 防护门外 30cm [*]	24mm 钢	职业	1/16	-
	⑬ 机房顶部天空散射		110+50	职业	1	-

注： * 防护门外仅考虑迷道散射后的透射；

** X 射线源至控制室及 4 号点需要斜穿屏蔽墙，按斜穿厚度计。

表 11-3 2.0MeV 加速器屏蔽计算参数表

加速器	区域	位置	屏蔽 (cm 混凝土)	受影响 的人员	居留因 子 T	d (m)
2.0MeV 加速器	一层 辐照 厅	① 北侧墙外 30cm	90+100	公众	1/16	5.75
		② 西侧墙外 30cm	150	职业	1/16	5.80
		③ 南侧墙外 30cm	180	职业	1/16	5.75
		④ 东侧墙外 30cm**	150+65	职业	1/16	8.0
		⑤ 防护门外 30cm*	40mm 钢	职业	1/4	-
		⑥ 东侧墙外控制室**	220	职业	1	6.3
		⑦ 东侧收发线位置	140+60	职业	1	14.4
	二层 加速 器厅	⑧ 南侧墙外 30cm	70	职业	1/16	4.9
		⑨ 东侧墙外 30cm	60	职业	1/16	3.5
		⑩ 防护门外 30cm	24mm 钢	职业	1/16	-
	⑪ 机房顶部天空散射		90+50	职业	1	-

注： * 防护门外仅考虑迷道散射后的透射；

** X 射线源至控制室及 4 号点需要斜穿屏蔽墙，按斜穿厚度计。

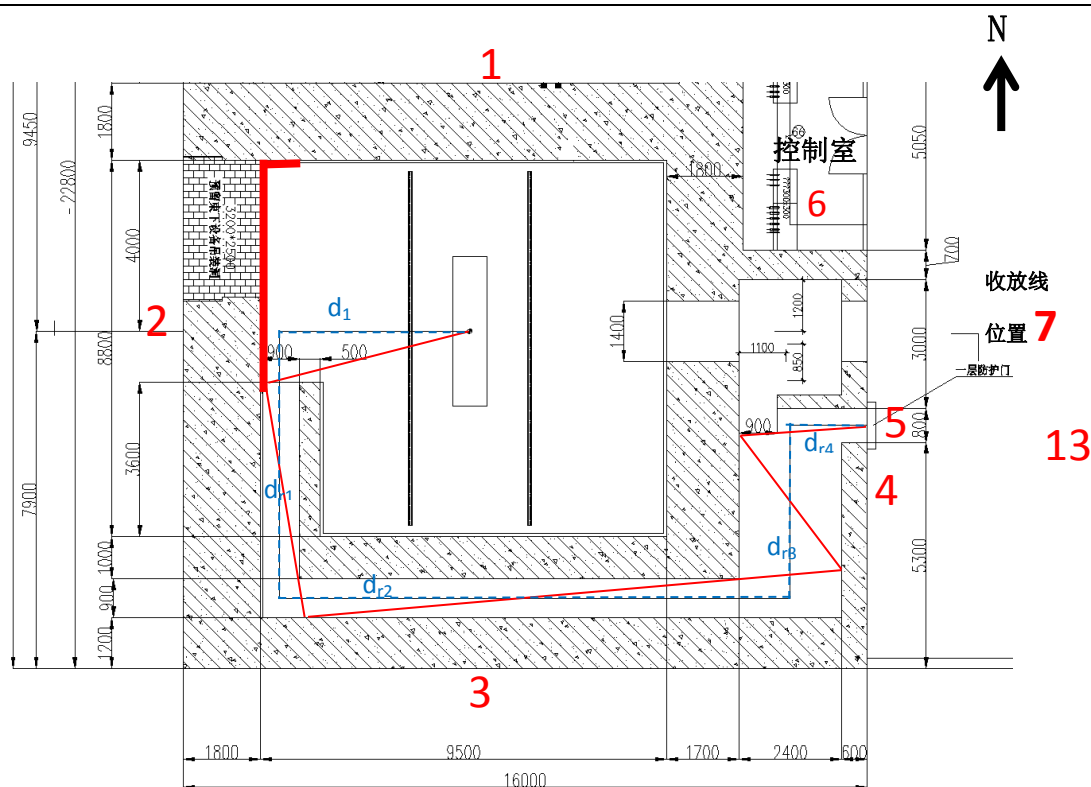


图 11-1 3.0MeV 加速器辐照厅预测点位及散射路径示意图

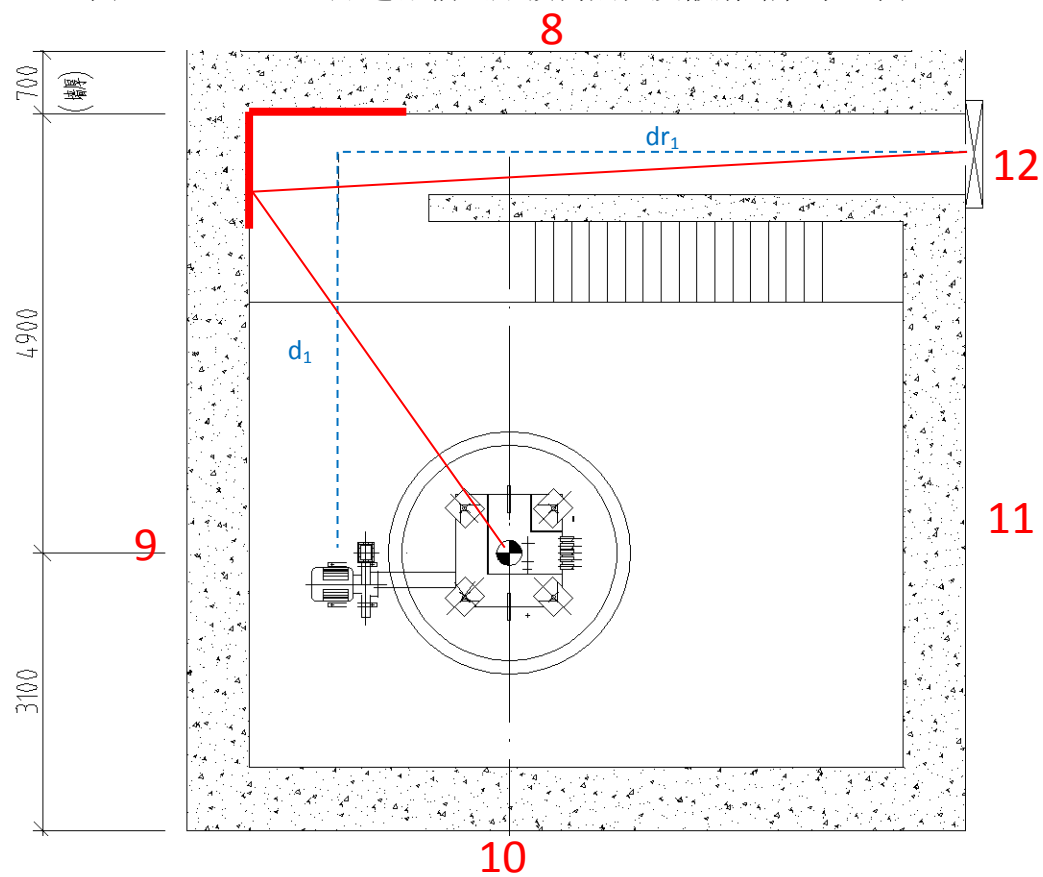
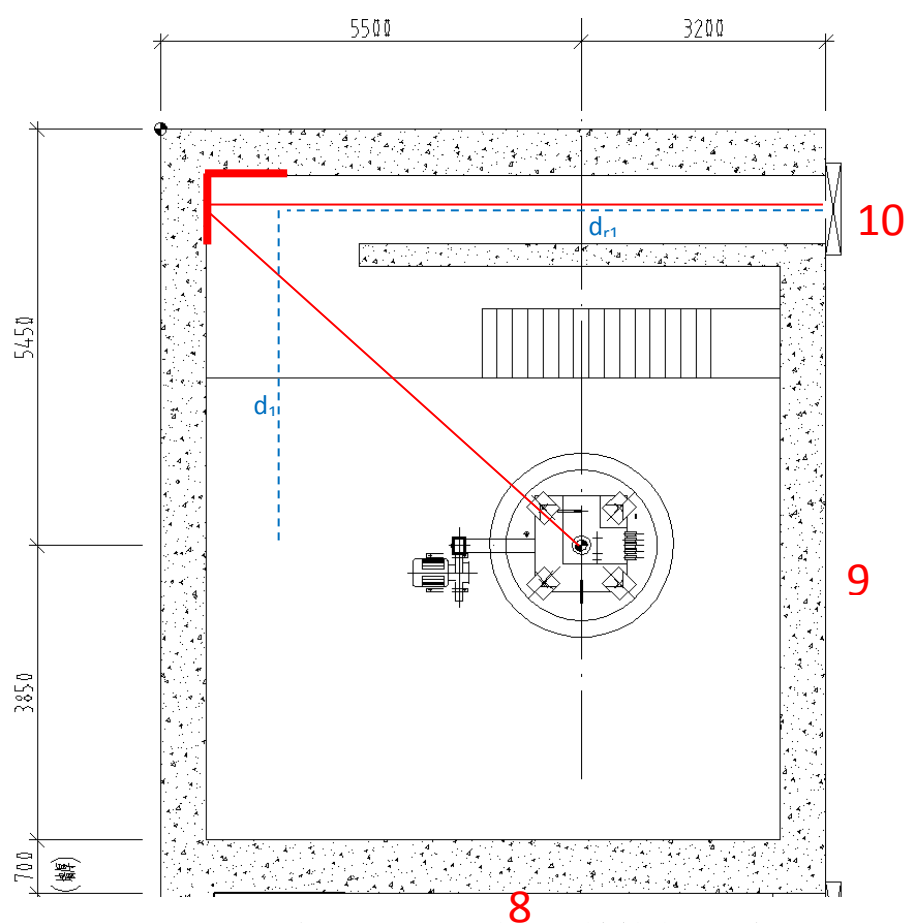
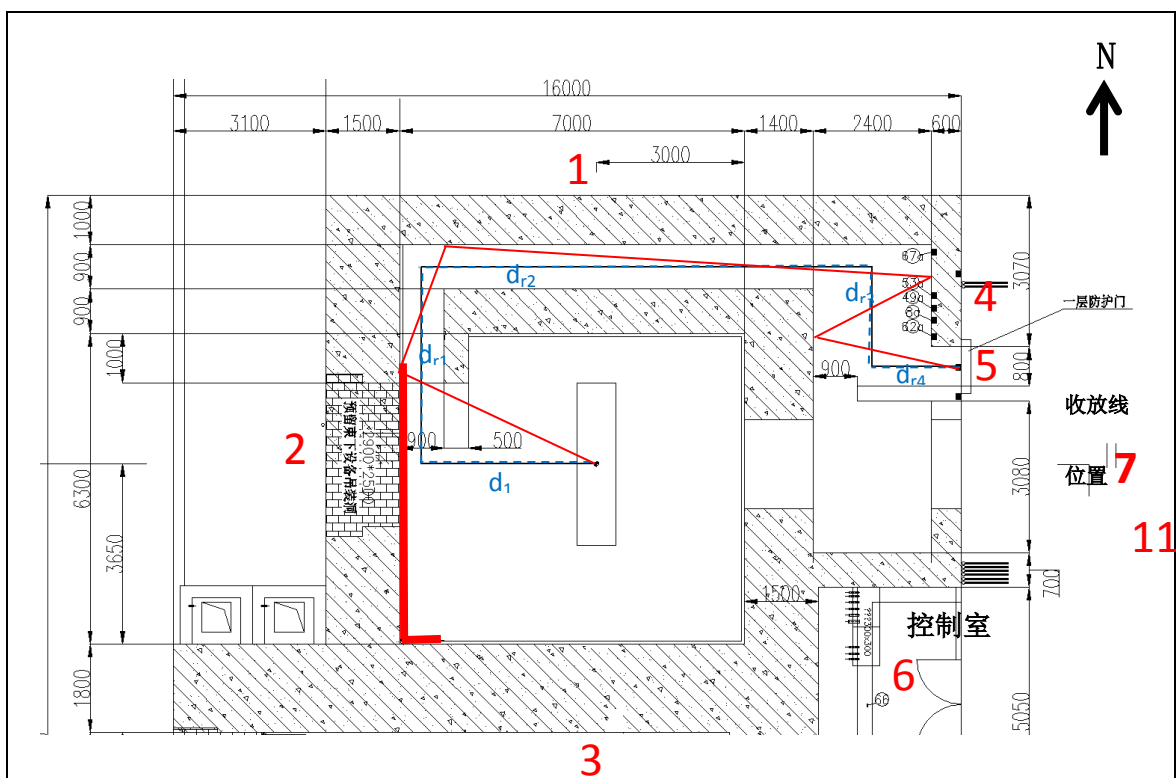


图 11-2 3.0MeV 加速器厅预测点位及散射路径示意图



(4) 计算结果

利用评价模式中的公式进行理论计算,在现有设计参数条件下加速器机房外人员受照剂量计算结果见下表:

表 11-3 加速器现有设计参数条件下辐射影响计算结果

加速器	区域	位置	受影响的人员	剂量率预测结果 $\mu\text{Gy/h}$	年剂量预测结果 mSv/a
3.0MeV 加速器	一层辐 照厅	① 北侧墙外 30cm	职业	0.111	0.021
		② 西侧墙外 30cm	公众	0.082	0.015
		③ 南侧墙外 30cm	公众	<0.001	<0.001
		④ 东侧墙外 30cm	职业	<0.001	<0.001
		⑤ 防护门外 30cm*	职业	0.004	0.003
		⑥ 东侧墙外控制室	职业	0.020	0.060
		⑦ 东侧收放线位置	职业	<0.001	<0.001
	二层加 速器厅	⑧ 北侧墙外 30cm	职业	<0.001	<0.001
		⑨ 西侧墙外 30cm	职业	0.016	0.003
		⑩ 南侧墙外 30cm	职业	0.022	0.004
		⑪ 东侧墙外 30cm	职业	0.009	0.002
		⑫ 防护门外 30cm*	职业	0.053	0.010
	⑬ 机房天空散射		职业	<0.001	<0.001
2.0MeV 加速器	一层辐 照厅	① 北侧墙外 30cm	公众	0.004	0.001
		② 西侧墙外 30cm	职业	0.590	0.111
		③ 南侧墙外 30cm	职业	0.014	0.003
		④ 东侧墙外 30cm	职业	<0.001	<0.001
		⑤ 防护门外 30cm*	职业	0.081	0.061
		⑥ 东侧墙外控制室	职业	<0.001	<0.001
		⑦ 东侧收放线位置	职业	<0.001	<0.001
	二层加 速器厅	⑧ 南侧墙外 30cm	职业	0.017	0.003
		⑨ 东侧墙外 30cm	职业	0.236	0.044
		⑩ 防护门外 30cm*	职业	0.079	0.015
	⑪ 机房天空散射		职业	<0.001	<0.001

注: *取迷道外入口为 0.5MeV 的 X 射线在钢中的 T_1 和 T_e , 分别为 3.8cm 和 3.3cm。

(5) 辐射环境影响评价

上述理论计算表明，本项目 3.0MeV 加速器单独运行时，职业人员年受照剂量最大值在控制室内，为 0.060mSv，公众年受照剂量最大值在西墙外，为 0.015mSv。职业人员和公众的年受照剂量均低于本项目的剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 的要求。

2.0MeV 加速器单独运行时，职业人员年受照剂量最大值在辐照厅西侧墙外，为 0.111mSv，公众年受照剂量最大值在北墙外，为 0.001mSv。职业人员和公众的年受照剂量均低于本项目的剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 的要求。

两座加速器机房共用一间控制室，当两台加速器同时运行时，对职业人员而言，年受照剂量影响主要考虑在控制室内的叠加影响，根据上述理论估算可知，本项目控制室内的操作人员主要受到 3.0MeV 加速器的辐射影响，2.0MeV 加速器运行对控制室内人员辐射影响很小，因此两台加速器同时运行时，对操作人员造成的年受照剂量叠加值为 0.060mSv。对于公众而言，由于 2.0MeV 加速器距离 3.0MeV 加速器机房西墙外的距离较远（大于 10m），且 X 射线需要穿过两道墙，因此 2.0MeV 加速器运行对其影响很小，因此该处公众受的最大年受照剂量值与单台加速器运行时无显著差异。综上，两台加速器同时运行时，职业人员和公众的年受照剂量最大值均低于本项目的剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 的要求。

同时根据理论计算，3.0MeV 加速器单独运行时，机房周围的空气吸收剂量率理论计算最大值出现在北侧墙壁外 30cm，为 0.111 μ Gy/h，2.0MeV 加速器单独运行时，机房周围的空气吸收剂量率理论计算最大值出现在西侧屏蔽墙外 30cm，为 0.590 μ Gy/h，均满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中屏蔽体的可达界面 30cm 处，由穿透辐射所产生的平均剂量率应不大于 2.5 μ Sv/h 以及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率不超过 2.5 μ Gy/h 的要求。两台加速器同时运行时，由于各预测点位距离较远，对预测点位的剂量率影响有限，可以满足不超过 2.5 μ Gy/h 的要求。另外，两座机房顶部天空反散射在周围形成的附加剂量当量率均小于 0.001 μ Gy/h，处于极低水平。

(6) 迷道及防护门屏蔽防护分析

本项目辐照厅、加速器厅的迷道散射路径见图 11-1 和图 11-2，经预测计算，本项目辐照厅和加速器厅迷道外安装的不锈钢防护门可满足辐射防护的要求。

2、三废对环境的影响

本项目加速器运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

本项目两座加速器机房内均设置机械排风装置，3.0MeV 加速器机房辐照厅内风机的风量为 13000m³/h，2.0MeV 加速器机房辐照厅内风机的风量为 9200m³/h。臭氧的产生量根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)附录 B 中的公式 B-1 进行估算。

$$P=45dIG$$

式中：

P：单位时间电子束产生臭氧的质量（mg/h）；

I：电子束流强度（mA）；

d：电子在空气中的行程（cm），本项目取 10cm；

G：空气吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数，保守取为 10。

通过理论计算可知，本项目 3.0MeV 加速器单位时间内电子束产生臭氧的质量 1.35×10⁵mg/h，2.0MeV 加速器单位时间内电子束产生臭氧的质量 2.25×10⁵mg/h。

辐照室内臭氧平衡浓度通过以下公式计算。

$$C = \frac{PT_e}{V} \quad T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d}$$

C：辐照室臭氧平衡浓度，mg/m³；

P：单位时间电子束产生臭氧的质量（mg/h）；

V：辐照室体积，本项目 3.0MeV 加速器辐照室体积 290.7m³，2.0MeV 加速器辐照室体积 153.7m³。

T_v：辐照室换气一次所需时间（h）；

T_d：臭氧的有效化学分解时间（h），约为 50 分钟；

T_e：对臭氧的有效清除时间（h），由于 T_v << T_d，因而 T_e ≈ T_v。

通过理论计算可知，3.0MeV 加速器辐照室内臭氧平衡浓度为 10.3mg/m³，2.0MeV 加速器辐照室内臭氧平衡浓度为 24.4mg/m³

加速器停止工作后，臭氧不再产生，使辐照厅内臭氧浓度降至国家规定限值时，工作人员才能进入辐照室，所需通风时间为：

$$T = -T_e \ln \frac{C_0}{C}$$

T：关闭加速器后风机运行的持续时间（h）；

T_e：对臭氧的有效清除时间（h）；

C₀：GBZ2.1 规定的臭氧的最高容许浓度，0.3mg/m³。

C：辐照室臭氧平衡浓度，mg/m³。

通过理论计算可知，本项目 3.0MeV 加速器通过 4.7min 的通风排气，2.0MeV 加速器通过 4.4min 的通风排气辐照室内的臭氧浓度可满足《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T25306-2010）“臭氧，最高容许浓度：0.3mg/m³”的规定，此时工作人员进入辐照厅是安全的。故 3.0MeV 和 2.0MeV 加速器分别停止运行 4.7min 和 4.4min 后，工作人员方可进入辐照厅。

本项目两个加速器机房均通过地下风管（埋深 160cm）延伸至西侧屏蔽墙外地下后，再垂直地面分别并外接机房外的排风烟囱。地下通风管路为“└”形状，在不破坏屏蔽墙体的情况下，利用风机将厅内臭氧和氮氧化物抽至排风管内，最终排入大气中，排放口离地高度约 24m，高于 9 号车间顶部。由于排风管道均未破坏辐照厅屏蔽墙整体防护效果，排放口处辐射剂量将在控制在低于 2.5μGy/h 的范围内，能够满足辐射防护的要求。另外，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，臭氧等废气排放不会改变项目所在区域的环境空气功能区类型，对环境影响较小。本项目废气治理措施满足要求。

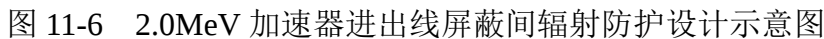
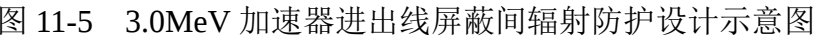
3、电缆管线及顶部屏蔽设计评价

两台加速器辐照的电线电缆进出的位置专门设置了屏蔽间，用于对通过电线电缆进出管线泄露出来的射线进行屏蔽。屏蔽间相对独立，设置在迷道的一端，加速器厅防护门关闭后人员不能到达。待照线缆通过穿墙预埋管先穿过东侧防护墙，再通过导向轮变向斜穿过东侧迷道内墙进入辐照厅，在辐照厅接受辐照后斜穿过东侧迷道内墙进入屏蔽间，导向轮变向后穿出东侧防护墙。整个流程通过电线电缆的收放线系统的控制进出辐照厅。预埋于加速器机房墙内的通道斜穿过防护墙，通过内、外屏蔽墙穿管角度的不同可以有效防止射线泄露。除了上述措施外，加速器屏蔽间还设置低于地面高度的剂量吸收井，以此更好的降低穿过进出

管道泄露的剂量率。同时根据设计单位的方案，针对不同直径的电缆设计不同孔径的进出线预留孔，暂不使用的进出通道可以使用屏蔽物暂时封堵，保证电缆粗细和预留孔径的契合，降低射线泄漏。电线电缆进出线屏蔽间辐射防护设计示意图见图 11-5、图 11-6。通过上述措施，电缆管出口处辐射剂量将在控制范围内，能够满足辐射防护的要求。

图 11-5 3.0MeV 加速器进出线屏蔽间辐射防护设计示意图

图 11-6 2.0MeV 加速器进出线屏蔽间辐射防护设计示意图



为了保证后期加速器的检修、调试，加速器主机厅的顶部采取活动的盖板，3.0MeV 加速器的盖板为 50cm 混凝土，2.0MeV 加速器的盖板为 40cm 混凝土，且盖板与顶部的搭接宽度不低于 400mm，顶部盖板缝隙处的泄漏将控制在很小的范围内。两座机房主机厅顶部的设计示意图见图 11-7 所示，

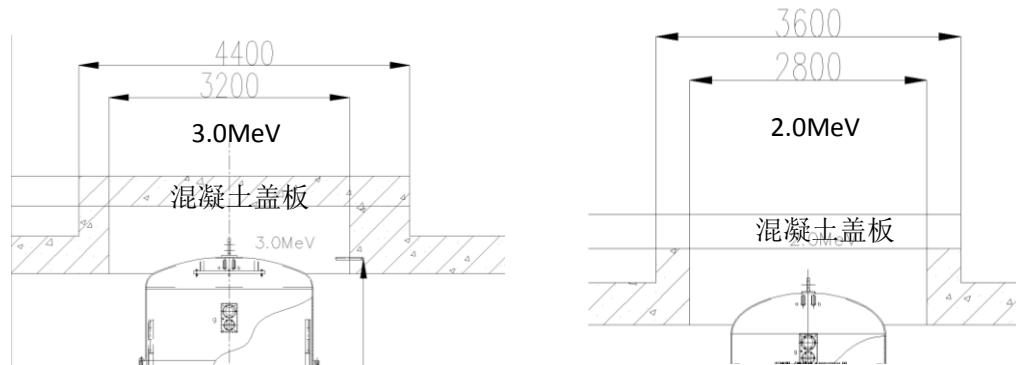


图 11-7 3.0M 加速器和 2.0MeV 加速器顶部结构示意图（单位：mm）

事故影响分析

本项目可能发生的事故是工作人员误操作或设备安全联锁装置失灵，造成工作人员误入或滞留在高辐射区内，发生人员超剂量照射事故。

本项目使用的工业电子加速器属于 II 类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发<2006>145 号）之规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。为杜绝事故隐患，公司应加强管理，严格按操作规程操作，每次作业前确保辐照厅和加速器厅内无人后方可开机，定期检查各项安全联锁装置的有效性，定期监测机房周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

当发生或发现辐射事故后，当事人应立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1. 辐射安全管理机构设置情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

根据公司常船缆司字（2019）第 6 号文件，公司已建立辐射安全与环境保护管理机构，由组长、副组长和组员共 12 人组成。另外根据公司常船缆司字[2019]第 7 号文，明确了机构及各成员的主要工作职责。

2. 人员配备与职能

公司拟为两台加速器共配备 6 名辐射工作人员，每台设备配备 3 人，每台设备每天单班运行，人员不兼职其它辐射工作。所有辐射工作人员应通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，持证上岗。

辐射安全管理规章制度

根据已修订的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第 3 号令）中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、人员培训计划、检测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

公司已根据相关要求，制定了辐射防护管理规章制度，包括：

《辐射防护小组组织结构图与岗位职责》、《辐射防护安全操作规程》、《工作场所剂量监测和个人剂量监测制度》、《加速器使用登记台账管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射防护与安全管理规章制度》、《加速器安全联锁保护系统检测作业指导书》、《辐射安全事故应急预案》。

公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对公司制定的制度提出以下建议：

a) 岗位职责

让每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

b) 操作规程

重点关注操作过程中采取的具体防护措施,明确本项目加速器工作前的安全检查要点,加强日常训练,避免事故发生。

c) 辐射防护和安全保卫制度

根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度,重点是对加速器的安全防护和维修要落实到个人。

d) 设备检修维护制度

明确加速器和辐照厅、加速器厅各项安全联锁装置、指示器等在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施,确保辐射安全装置有效地运转。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

e) 人员培训计划:

明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容,内外结合,加强对培训档案的管理,做到有据可查。

f) 环境监测制度

明确监测频次和监测项目,主要包括个人剂量监测和工作场所监测,监测方式为公司自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存,定期上报环境保护行政主管部门。此外,使用射线装置的单位应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估,并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

g) 辐射事故应急措施

针对加速器可能产生的辐射污染情况制定事故应急措施,依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145号文)和《江苏省辐射污染防治条例》的要求,必须加强对应急人员的培训,当发生事故时,公司应当立即启动辐射事故应急方案,采取有效防范措施,及时制止事故的恶化,并在1小时内向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的,还应同时向当地卫生行政部门报告。在应急程序中应明确应急组织机构中各成员的姓名和24小时联系电话以及上报环保、卫生等管理机构中事故报告部门的负责人和24小时联系电话。

辐射监测

1. 环境监测方案

(1) 个人剂量检测

公司开展辐射工作人员个人剂量监测，每 3 个月将个人剂量计收集后统一送有资质的单位检测。公司内辐射安全管理机构对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存。

（2）工作场所辐射环境检测

公司每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测；连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 31 日前送交环保部门。

公司定期（每月）用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。设备出现故障维修后，经检定达到国家标准后再次启用。项目投入运行后开展竣工验收监测。

2. 环境监测仪器配备

辐射工作人员每人均配备个人剂量计（共配备 6 枚个人剂量计），开展辐射工作时随身携带。

两台加速器共配备 6 台有效个人移动式报警仪，人员工作时随身佩戴。

公司内拟配备 1 台 X-γ 剂量率巡检仪，定期自检，保存检测记录。

辐射事故应急

公司已制定了《辐射安全事故应急预案》，成立了辐射事故应急指挥小组，小组由总指挥、副指挥、组成等人员组成，同时规定了应急小组的主要职能，各小组成员的职责与分工，还制定应急处理措施。

公司制定的应急预案有效可行，公司还应补充与应急事故相关成员的联系方式，制定相应的应急演习计划，积极开展辐射应急演习，发现问题能够及时解决，并在日常工作中对职工进行辐射防护知识的培训和安全意识教育，不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生。

在事故发生后，2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生主管部门。

分析认为，公司在落实应急预案中的各项要求并加强辐射应急演练后，辐射事故应急是可行的。

表 13 结论与建议

结论

实践正当性评价：为提高线缆的产品质量，增加产品的附加值，公司拟新增 2 台工业电子直线加速器，包括 1 台 DD3.0-30（最高能量 3.0MeV，最大束流 30mA）和 1 台 DD2.0-50（最高能量 2.0MeV，最大束流 50mA）两种型号的加速器，对线缆产品的辐照交联改性。通过理论分析，项目运行后辐射影响很小，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“4.3.1 实践的正当性”的原则。

选址、布局评价：常州船用电缆有限责任公司位于常州市天宁区北塘河东路 8 号，本项目拟建的 3.0MeV 和 2.0MeV 两座加速器机房南北共墙相邻，位于厂区西北角拟建的 9#车间，两座加速器机房 50m 范围除了西北方向位于厂界外的规划道路及其他公司在建楼房，其余均在厂区内。

本项目周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要是加速器辐射工作人员、厂区内其他工作人员。加速器出束时，辐照厅及加速器厅内均无人员停留，本项目加速器机房布局合理可行。

辐射防护措施评价：本项目加速器辐照厅、加速器厅采用混凝土屏蔽电子束和 X 射线，其采取的是实体屏蔽方式。根据理论预测可知，本项目加速器辐照厅、加速器厅四周屏蔽墙体、屋顶、迷道、防护门的屏蔽厚度均能满足防护要求；电线电缆进出通道、通风管道的设置合理可行，均未破坏加速器辐照厅、加速器厅的屏蔽效果，公司辐射防护措施满足当前的管理要求。

辐射环境影响评价：根据理论估算结果可知，本项目辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足本项目剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。满足 GBZ141-2002、HJ979-2018 中“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体表面 30cm 处及外区域周围剂量当量率不超过 2.5μGy/h”的要求。

辐射安全措施评价：本项目设置了以下辐射安全措施：①辐照厅防护门和加速器厅防护门上方、辐照厅和加速器厅内均设置声光报警并与加速器高压连锁，开机出束前发出预备信号，提醒控制区内的人员撤离；②控制室主控台上配备有钥匙开关和启动开关，钥匙同时作为开门钥匙；③辐照厅及加速器厅防护门设置了门机联锁装置；④辐照厅迷道入口和加速器厅迷道入口处设置光电

开关系统；⑤控制室主控台以及辐照厅、加速器厅的入口处及厅内均设置了紧急停机按钮；⑥辐照厅的急停按钮兼做巡检开关，辐照厅内的急停必须依次按下、拔起后控制台才能操作加速器接通高压出束；辐照室及其迷道内的急停装置应采用拉线开关并覆盖全部区域；在迷道入口急停按钮兼开门开关功能。⑦加速器束下装置与控制系统关联；⑧在辐照厅迷道、加速器厅迷道安装辐射监测系统；⑨加速器厅、辐照厅的通风系统与加速器控制系统联锁；⑩辐照室设置烟雾报警；⑪在辐照厅入口、加速厅入口、控制室入口等明显位置设置有醒目的电离辐射警告标志；⑫辐照厅内安装有监控系统，实时监控辐照加速器的运行情况。本项目以上辐射安全措施满足辐射安全管理的要求。

臭氧对环境影响评价：本项目两座加速器的辐照厅内均设置有机通风系统，在加速器停止工作后，辐照厅内通风系统继续工作，3.0MeV 加速器停止运行 4.7min 后，2.0MeV 加速器停止运行 4.4min 后辐照厅内的臭氧浓度均可达到《辐射加工用电子加速器工程通用规范》中（GB/T25306-2010）“臭氧，最高容许浓度：0.3mg/m³”，此时工作人员进入辐照厅是安全的。公司应加强对辐射工作人员的管理和培训，明确加速器停机足够时间后方可进入辐照厅。

室内臭氧通过排风系统排入外环境，臭氧在常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对环境影响较小。

辐射安全管理评价：常州船用电缆有限责任公司已成立了辐射安全和环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了辐射防护管理小组的主要职责；公司制定了相关的辐射管理制度及辐射事故应急预案等；公司辐射工作人员报名参加辐射安全和防护专业知识的培训，并开展个人剂量监测和职业健康体检，建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

辐射防护监测仪器：辐射工作人员每人均配备个人剂量计（共配备 6 枚个人剂量计），两台加速器共配备 6 台有效个人移动式报警仪，公司内拟配备 1 台 X-γ 剂量率巡检仪。

总结论：

综上所述，常州船用电缆有限责任公司新增 2 台工业电子加速器辐照线缆项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的

辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

建议

1. 设备开机调试或测试时严格遵循操作规程，加强对操作人员和管理人辐射安全教育，避免意外照射事故。
2. 公司定期对所有安全设施、辐射监测仪表的有效性和可靠性进行检查。
3. 根据新的法律法规和行业标准并结合实际工作，不断对规章制度进行补充完善。
4. 项目建设期间严格按照“附表：‘三同时’措施一览表”进行建设，投入使用后应及时委托有相关专业能力的单位开展竣工验收。验收工作主要围绕（1）屏蔽体的建设是否保证墙外剂量率达标；（2）各项联锁装置、安全措施是否安装到位；（3）公司辐射安全相关的管理制度是否有效执行；（4）辐射工作人员是否经过体检、培训并配备个人剂量计；（5）公司自检用的巡检仪以及报警仪是否配备到位。

附表：“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作	设立辐射安全管理机构，指定 1 名本科学历管理人员，并以文件形式明确机构内各人员职责。	/
辐射安全防护措施	加速器辐照厅和加速器厅采用混凝土浇筑结构，防护门为钢制门。其中，3.0MeV 加速器一层辐照厅北墙、西墙为 180cm 混凝土，南侧墙为 220cm 混凝土（内墙加外墙），东侧墙为 230cm 混凝土（内墙加外墙），东侧控制室墙为 180cm 混凝土，辐射室顶为 110cm 混凝土；二层加速器厅北侧墙为 100 cm 混凝土（内墙加外墙），西侧，南侧和东侧墙均为 70cm 混凝土，屋顶为 50cm 混凝土。2.0MeV 加速器一层辐照厅北墙为 190cm（内墙加外墙），西墙为 150cm 混凝土，南侧墙为 180cm 混凝土，东侧墙为 200cm 混凝土（内墙加外墙），东侧控制室墙为 150cm 混凝土，辐射室顶为 90cm 混凝土；二层加速器厅西侧、东墙为 60 cm 混凝土、南侧为 70cm 混凝土，屋顶为 50cm 混凝土。	加速器装置周围 30cm 处辐射剂量率低于 GBZ141-2002 和 HJ979-2018 中 2.5 μ Sv/h 的限值要求。人员年受照剂量满足 GB18871 中年限值和本项目剂量约束值：职业人员 5mSv/a、公众 0.1mSv/a。	330
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯、急停开关等）	①设置声光警示；②设钥匙开关；③安装门机联锁；④安装光电联锁；⑤安装紧急停机按钮；⑥安装巡检开关；⑦束下装置与加速器控制联锁；⑧安装剂量联锁；⑨设置通风联锁；⑩设置烟雾报警联锁；⑪设置有醒目的电离辐射警告标志；⑫安装视频监控。	50
通风措施	通风措施	吸风口位于照射窗的正下方，通过地埋的“  ”字形风管引至机房外排风烟囱，最终将臭氧和氮氧化物排入大气中。	16

人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射安全管理人员和操作人员参加有关部门培训，通过考核，持证上岗。	定期投入
	个人剂量监测	辐射工作人员定期（每个季度）接受个人剂量监测，个人剂量档案。	每年投入
	人员职业健康监护	辐射工作人员接受职业健康监护（每年组织职业健康体检并建立个人职业健康监护档案）	每年投入
监测仪器和防护用品	配置 1 台环境辐射剂量巡测仪	定期自检，及时发现意外情况	2.0
	配备 6 台个人剂量报警仪	开展辐射工作时随身携带	2.0
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备台账和使用登记制度、人员培训计划、监测制度、辐射事故应急措施	根据环评要求，完善辐射安全规章制度。	/
总计	—	—	400

环评委托书

苏州热工研究院有限公司：

经商谈，我公司委托贵院开展《新增 2 台工业电子加速器项目》核技术利用建设项目环境影响评价。项目地点：常州市天宁区北塘河东路 8 号厂区。

特此委托！

常州船用电缆有限责任公司

2018 年 12 月 20 日

附件三

射线装置使用承诺书

常州船用电缆有限责任公司单位加速器使用情况如下：

序号	射线装置名称	数量	最高能量	最大束流/最大功率	射线装置类别	工作场所名称	活动种类
1	DD3.0-30	1 台	3.0MeV	30mA	II 类	9#车间	使用
2	DD2.0-50	1 台	2.0MeV	50mA	II 类	9#车间	使用

本公司郑重承诺：以上资料完全属实。

单位名称(盖章)：常州船用电缆有限责任公司

2019 年 1 月 20 日



苏州热工研究院有限公司环境检测中心

检 测 报 告

报告编号：SNPI环检(电离)字[2019]第388号

项 目 名 称 新增2台工业电子加速器辐射环境现状检测

委 托 单 位 常州船用电缆有限责任公司

检 测 类 型 电离环评检测

报 告 日 期 2019年7月25日

苏州热工研究院有限公司环境检测中心
(加盖检测报告专用章)



报 告 说 明

- 1、报告无本单位检测报告专用章、骑缝章无效。
- 2、复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。
- 3、报告涂改无效。
- 4、自送样品的委托检测，其结果仅对来样负责；对不可复现的检测项目，结果仅对所代表的时间和空间负责。
- 5、检测报告版权属本中心，若需复印，需经本中心复印，且应全部复印。

单位名称：苏州热工研究院有限公司环境检测中心

地 址：江苏省苏州市西环路1788号

电 话：0512-83552300

手 机：13912616480

电子邮件：qinhongjuan@cgnpc.com.cn

邮政编码：215004

苏州热工研究院有限公司环境检测中心

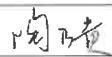
检测报告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2019]第388号

第 1 页/共 4 页

检测报告内容

检测项目	X- γ 辐射剂量率
委托单位	常州船用电缆有限责任公司
委托单位地址	常州市北塘河东路8号
委托日期	2019年6月12日
检测日期	2019年6月17日
检测类别	空气中放射性
检测方式	现场检测
检测地址	江苏省常州市北塘河东路8号常州船用电缆有限责任公司厂区内
检测所依据的技术文件名称及代号	《辐射环境监测技术规范》 HJ/T 61-2001 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-1993
检测结果	见检测结果表。
检测结论	经检测, 企业拟建2台工业加速器区域周边所有检测点位的X- γ 辐射剂量率范围为(0.101~0.109) μ Sv/h。
备注	/

报告编制人	陶乃贵	报告审核人	黄彦君	授权签字人	陈超峰
签 名		签 名		签 名	
编制日期	2019.7.19	审核日期	2019.7.22	签发日期	2019.7.25

苏州热工研究院有限公司环境检测中心

检 测 报 告

报告编号：SNPI环检(电离)字[2019]第388号

第 2 页 / 共 4 页

现场情况说明

检测环境条件	天气：晴 温度：29.8℃ 湿度：56.4%RH
检测设备	X-γ 辐射剂量率仪 FH40G+ (672E-10) HJ-5 能量响应范围：40keV-4.4MeV；剂量率测量 范围：1nSv/h -100 μSv/h 有效期：2019-01-02至2020-01-01
检测对象参数	环境现状检测。
检测工况	环境现状检测。
现场情况记录	企业拟新增2台工业电子加速器，拟新增区域为厂区内空地，北侧为厂界，西、南和东侧均为厂区内空地。
检测点位	见检测点位示意图。

苏州热工研究院有限公司环境检测中心

检 测 报 告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2019]第388号

第 3 页/共 4 页

表1 拟建1台加速器周边区域X- γ 辐射剂量率检测结果

检测点序号	检测点位置	辐射剂量率(μ Sv/h)
1	检测点位1	0.109 $\pm$ 0.002
2	检测点位2	0.108 $\pm$ 0.002
3	检测点位3	0.106 $\pm$ 0.002
4	检测点位4	0.102 $\pm$ 0.003
5	检测点位5	0.107 $\pm$ 0.002
6	检测点位6	0.109 $\pm$ 0.002
7	检测点位7	0.102 $\pm$ 0.003
8	检测点位8	0.101 $\pm$ 0.002
9	检测点位9	0.105 $\pm$ 0.002

注: 检测结果均未扣除宇宙射线响应值。

— 以 下 数 据 空 白 —

苏州热工研究院有限公司环境检测中心

检 测 报 告

报告编号: SNPI环检(电离)字[2019]第388号

第 4 页/共 4 页

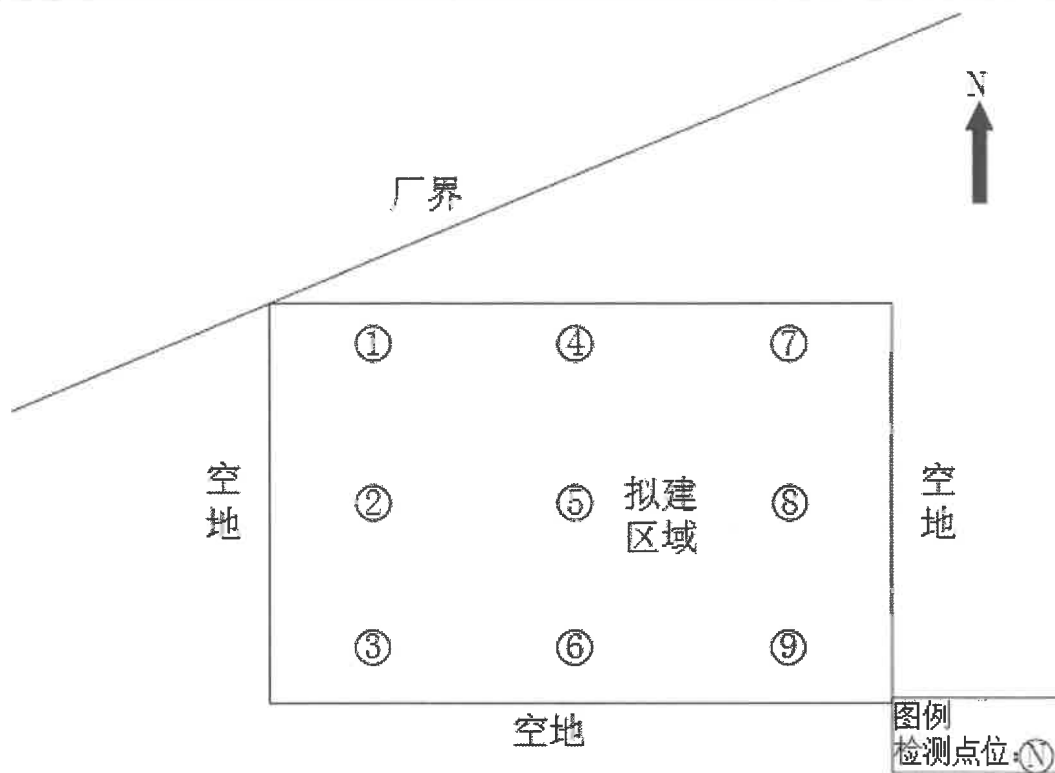


图1 拟建2台工业加速器周边区域检测点位示意图



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 171012050252

名称: 苏州热工研究院有限公司环境检测中心

地址: 苏州市西环路 1788 号 (215004)

经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任, 由苏州热工研究院有限公司承担。

许可使用标志



171012050252

发证日期: 2017年5月27日

有效期至: 2023年5月26日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

资质认定

计量认证证书附表



171012050252

机构名称：苏州热工研究院有限公司环境检测中心

发证日期：2017年5月27日

有效日期：2023年5月26日

发证单位：江苏省质量技术监督局

国家认证认可监督管理委员会编制

批准的检验检测能力表

名称：苏州热工研究院有限公司环境检测中心

地址：苏州市西环路1788号

序号	类别 (产品/ 项目/ 参数)	产品/项目/参数		依据的标准（方法）名称及编号（含年号）	限制范围及说明
		序号	名称		
一	环境				
1	环境辐射	1	X-γ 辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》HJ/T61-2001	
				《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 GB/T 14583-1993	
		2	中子辐射剂量率	《辐射防护仪器 中子周围剂量当量（率）仪》 GB/T 14318-2008	
		3	X-γ 辐射累积剂量	《个人和环境监测用热释光剂量测量系统》 GB/T 10264-2014	
2	空气中放射性	4	环境氡浓度	《环境空气中氡的标准测量方法》 GB/T 14582-1993	只做连续氡测量仪法
				《室内氡及其衰变产物测量规范》 GBZ/T 182-2006	只做连续测量法
		5	氡	《气载放射性物质取样一般规定》HJ/T22-1998 《水中氡的分析方法》 GB/T 12375-1990	
		6	碳-14	《空气中 ¹⁴ C的取样与测定方法》EJ/T 1008-1996	
		7	γ 核素	《空气中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 ✓ WS/T 184-2017	
				《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》GB/T 11713-2015	
		8	总 α	《辐射环境监测技术规范》HJ/T61-2001 《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》 EJ/T 1075-1998	
		9	总 β	《辐射环境监测技术规范》HJ/T61-2001 《水中总 β 放射性测定 蒸发法》 EJ/T 900-1994	
		10	铯-90	《辐射环境监测技术规范》HJ/T 61-2001 《水和生物样品灰中铯-90的放射化学分析方法》 HJ 815-2016	
		11	铯-137	《辐射环境监测技术规范》HJ/T 61-2001 《水和生物样品灰中铯-137的放射化学分析方法》 HJ 816-2016	
		12	碘-131	《空气中碘-131的取样与测定》GB/T 14584-1993	

辐射工作安全责任书

为防治放射性污染，保护环境，保障人体健康，落实辐射工作安全责任，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》有关规定，常州船用电缆有限责任公司承诺：

一、单位负责人_____ (职务法人代表)为本单位辐射工作安全责任人。

二、设置专职机构_____ (名称)或指定专人_____ 负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作。

三、在许可规定的范围内从事辐射工作。

四、建全安全、保安和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故将立即报告当地环保部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清点。

六、指定专人 / 负责放射性同位素保管工作。放射性同位素单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有有效防火、防水、防盗、防丢失、防泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时及时进行登记、检查，做到账物相符。

七、保证其辐射工作场所安全、防护和污染防治设施符合国家有关要求，并确保这些设施正常运行。

八、发生任何涉及放射性同位素的转让、购买行为时，在规

定时间内办理备案登记手续。

九、在运输或委托其他单位运输放射性同位素时，遵守有关法律法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

十、按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

十一、对本单位辐射工作人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗。

十二、每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，安全评估报告将对存在的安全隐患提出整改方案，安全评估报告报省(市)级环保部门备案。

十三、建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

十四、认真履行上述责任，如有违反，造成不良后果的，将依法承担有关法律及经济责任。

单 位：常州船用电缆有限责任公司

法定代表人：

负 责 人：

联 系 人：

电 话：

日 期：